

51

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

Int. Cl.:

F 02 d, 21/08

F 02 m, 25/06

DEUTSCHES



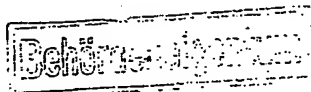
PATENTAMT

52

Deutsche Kl.:

46 b, 21/08

46 c, 25/06



10

11

21

22

43

# Offenlegungsschrift 2125 368

Aktenzeichen: P. 21 25 368.9

Anmeldetag: 21. Mai 1971

Offenlegungstag: 9. Dezember 1971

Ausstellungspriorität: ---

30

Unionspriorität

32

Datum:

25. Mai 1970

33

Land:

V. St. v. Amerika

31

Aktenzeichen:

40232

54

Bezeichnung:

Viertaktmotor und Verfahren zur Verringerung schädlicher Bestandteile in seinen Auspuffgasen

61

Zusatz zu:

---

62

Ausscheidung aus:

---

71

Anmelder:

Texaco Development Corp., New York, N.Y. (V. St. A.)

Vertreter gem. § 16 PatG:

Schupfner, G., Dr., Patentassessor, 2000 Hamburg

72

Als Erfinder benannt:

Alperstein, Martin, Fishkill, N.Y. (V. St. A.)

Benachrichtigung gemäß Art. 7 § 1 Abs. 2 Nr. 1 d. Ges. v. 4. 9. 1967 (BGBl. I S. 96a): ---

DT 2125 368

Patentassessor  
Dr. G. Schupfner  
Deutsche Texaco AG.  
2000 Hamburg 76  
Sechslingspforte 2

Hamburg, den 18. Mai 1971  
T 71 017  
(D 71,537-F)

2125368

TEXACO DEVELOPMENT CORPORATION

135 East 42nd Street  
New York, N.Y. 10017  
U.S.A.

---

Viertaktmotor und Verfahren zur Verringerung  
schädlicher Bestandteile in seinen Auspuffgasen

---

Die Erfindung betrifft die Herabsetzung gesundheitsschädlicher Bestandteile in den Auspuffgasen von Kraftfahrzeugen, die Motoren mit innerer Verbrennung besitzen. Die Erfindung bezieht sich insbesondere auf die meistverbreiteten Motoren mit hin- und hergehenden Kolben und Ventilen, die im Viertaktsystem arbeiten.

Es ist bereits bekannt, schädliche Emissionen solcher Motoren dadurch zu verringern, daß man einen Teil der Auspuffgase in die Zylinder zurückführt, um insbesondere die Stickoxid-Emission zu verringern.

Diese Entwicklungen sind z. B. beschrieben in den USA-Patentschriften 3.470.857 und 3.465.736 sowie den SAE-Veröffentlichungen Nr. 700 146 von W. Glass, F.R. Russell und D. T. Wade "Evaluation of Exhaust Recirculation for Control of Nitrogen Oxide Emissions" und Nr. 700 147 von W. Glass, D. S. Kim und B. J. Kraus "Synchrothermal Reactor System for Control of Automotive Exhaust Emissions".

109850/1203

Bei diesen bekannten Verfahren wird ein Teil der Verbrennungsprodukte vom Abgassammler oder Auspuffrohr des Motors abgezogen und, gewöhnlich nach dem Abkühlen und Abmessen, in den Ansaugkanal oder den Vergaser eingeleitet. Das wird nachfolgend mit "äußerer Rückführung" bezeichnet. Dadurch soll der Stickoxid-Anteil im Abgas merklich abnehmen. Wahrscheinlich entsteht diese Abnahme, weil das Abgas sich inert verhält und die Temperaturspitzen der brennenden Gase in den Zylindern herabsetzt. Die inerten Bestandteile, die das Abgas ausmachen, verdünnen anscheinend das Kraftstoff/Luft-Gemisch soweit, daß die Bildung von Stickoxiden begrenzt wird.

Die äußere Rückführung der Abgase durch die verschiedenen Regeleinrichtungen und Blenden verursacht jedoch andere Schwierigkeiten, z. B. Ablagerungen im Einlaßsystem und dgl. Außerdem versagt die äußere Rückführung nicht nur in der Herabsetzung des Anteils unverbrannter Kohlenwasserstoffe sondern erhöht den CE-Anteil im Abgas beträchtlich, wie eigene Versuche ergeben haben.

Demgegenüber sieht die Erfindung ein System der "inneren Rückführung" vor, bei dem das Abgas über das Auslaßventil in den Zylinder zurückströmt, indem man einfach eine geregelte und vorbestimmte Menge heißes Abgas während des Ansaughubs von der Auspuffleitung in den Zylinder einläßt. Das kann geschehen durch ein begrenztes Öffnen des geschlossenen Auslaßventils während des Ansaugtakts, so daß eine relativ geringe, vorbestimmte Menge der verbrannten Gase zusammen mit dem Frischgasgemisch in den Zylinder gesaugt wird. Dieses läßt sich in einfachster Weise erreichen, indem der das Auslaßventil steuernde Nocken mit einer zusätzlichen Erhöhung versehen wird, die so ausgebildet ist, daß das am Ende des Auslaßhubs völlig geschlossene Auslaßventil nochmals geöffnet wird, nachdem der Ansaugtakt begonnen hat.

Die erfindungsgemäße "innere Rückführung" der Abgase ist nicht nur bei den verbreitetsten Motoren möglich, die ein gewöhnlich gasförmiges Kraftstoff/Luft-Gemisch ansaugen, sondern auch bei solchen, die Luft ansaugen, in die der Kraftstoff flüssig eingespritzt wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist durchführbar, weil der im Zylinder herrschende Druck, zumindest zu Beginn des Einlaß- oder Ansaugtakts, gewöhnlich niedrig ist, d. h. beträchtlich unter dem Atmosphärendruck liegt. Auf der anderen Seite ist der Druck im Abgassystem, also am Auslaß, selbst dann notwendigerweise höher als der Atmosphärendruck, wenn der Auspuff durch Strömungshindernisse, wie Schalldämpfer und dgl., wenig behindert ist. Deshalb läßt bloßes Öffnen des Auslaßventils während des Einlaßtakts, vorzugsweise kurz vor der Mitte des Takts, wenn der abwärtsgehende Kolben seine größte Geschwindigkeit erreicht hat, eine geregelte und vorbestimmte Menge, die von den Öffnungszeiten der Ventile, ihren Hubhöhen, dem Druck im Auspuffsammler und dgl. abhängt, der heißen Auspuffgase zurückströmen.

Dadurch wird nicht allein der Stickoxidgehalt im Abgas vermindert, sondern auch der Anteil unverbrannter CH-Verbindungen im Abgas drastisch herabgesetzt.

Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Verringerung schädlicher Bestandteile in den Auspuffgasen von mit Steuerung durch Ein- und Auslaßventile arbeitenden Brennkraftmaschinen durch Rückführung eines Teils der Abgase in die Zylinder, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß eine bestimmte Abgasmenge aus dem Auspuffsystem über das Auslaßventil unmittelbar in die Zylinder zurückgeführt wird.

Gegenstand der Erfindung ist ferner eine Viertakt-Brennkraftmaschine mit Steuerung durch Ein- und Auslaßventile, insbesondere Tellerventile, die von Nocken und einer Nockenwelle betätigt werden, g e k e n n z e i c h n e t

durch eine zusätzliche Erhebung (38) auf dem zur Steuerung der Auslaßventile (32) dienenden Nocken (34) der Nockenwelle (36).

Die Erfindung sei an einem Ausführungsbeispiel und anhand der Zeichnung weiter erläutert. Darin ist

Figur 1 eine schematische, teilweise geschnittene Seitenansicht des Zylinderkopfs eines erfindungsgemäß abgeänderten üblichen Verbrennungsmotors und

Figur 2 ein typisches Diagramm der Ventilschließzeiten, in dem die Öffnung von Einlaß- und Auslaßventil über einem vollständigen Arbeitsspiel aufgetragen ist.

In der Figur 1 ist der Zylinder 10 eines Motors mit einem Einlaßventil 12 und einem Auslaßventil 14 versehen, beide in der üblichen Teller- oder "Tulpen"-Form.

Der Verbrennungsraum 16 enthält einen auf- und abgehenden Kolben 18. Die Ventile 12 und 14 stehen mit Einlaß- 20 und Auslaßkanälen 22 in Verbindung, die ihrerseits mit einem Ansaugrohr (nicht abgebildet) und dem Abgassammelrohr 26 verbunden sind.

Die Ventile 12 und 14 werden von Nocken 32 und 34 auf einer Nockenwelle 36 betätigt und zwar unmittelbar oder über einem der üblichen Ventiltriebe, der Stößel, Stoßstangen, Kipphebel und dgl. enthalten kann.

Die Bauform nach Figur 1 ist daher mit Ausnahme einer besonderen Erhöhung 38 auf dem Nocken 34 für das Auslaßventil völlig herkömmlich.

Die Wirkung des zusätzlichen Nockens 38 auf die mechanische

Arbeitsweise des Motors zeigt Figur 2. Dieses Diagramm gilt für einen typischen Viertaktmotor (Pontiac OHC) und umfaßt ein vollständiges Arbeitsspiel von 2 Umdrehungen der Kurbelwelle oder  $720^{\circ}$  Kurbelwinkel (KW).

In diesem Motor öffnet und schließt das Einlaßventil während etwas mehr als der ersten  $180^{\circ}$  KW mit konventioneller Hubstrecke, was durch den Kurvenzug 40 wiedergegeben ist. Im größten Teil dieses Zeitraums bewegt sich der Kolben 18 vom Zylinderkopf weg und saugt frisches Kraftstoff/Luft-Gemisch an. Während dieses Arbeitstaktes erreicht der Kolben 18 bekanntlich seine höchste Lineargeschwindigkeit kurz vor dem Scheitel von Kurve 40.

In den nachfolgenden Kompressions-, Zünd- und Expansions-takten bleiben beide Ventile geschlossen. Dann öffnet das Auslaßventil 14, wie Kurve 42 wiedergibt, und läßt das verbrannte Gas in den Abgassammler 26 ausströmen.

Charakteristisch für diesen Viertaktmotor ist ferner eine kleine Überschneidung zwischen den Öffnungszeiten des Einlaß- und Auslaßventils, die ganz links in Figur 2 angedeutet, für das Verfahren der Erfindung jedoch ohne Bedeutung ist.

Da das ein wesentliches Element der Erfindung darstellt, muß betont werden, daß am Ende des Auslaßtaktes das Auslaßventil völlig in seinen Sitz eingerastet und geschlossen ist und so für eine bestimmte, nach  $^{\circ}$ KW bemessene Dauer verbleibt, bevor mit dem durch Kurve 44 angedeuteten "Lüften" begonnen wird. Danach soll das Auslaßventil 14 um etwa 12% der Hubstrecke oder des Öffnungswegs von Einlaßventil 12 geöffnet werden, beginnend etwa  $20^{\circ}$ KW nach dem vollständigen Schließen und etwa  $130^{\circ}$ KW lang. Das Auslaßventil kann zu jeder Zeit nach dem Schließen des Auslaßventils öffnen und bis zum Schließen des Einlaßventils offen bleiben.

Als Ergebnis dieser erfindungsgemäßen Steuerung des Auslaßventils wird während des Ansaugtaktes Abgas über das Auslaßventil in einer Menge zurückgesaugt, die abhängig ist von 1.) der Öffnungsdauer des Auslaßventils, 2.) dem Hub des Auslaßventils, 3.) dem im Zylinder herrschenden Unterdruck, 4.) den Drucken im Einlaß- und Auslaßsystem und 5.) der Bewegung des Einlaßventils.

Mit Rücksicht darauf, daß das Auslaßventil hauptsächlich durch Kontakt mit seinem Sitz im Zylinderkopf während der Schließzeit gekühlt wird, ist es zweckmäßig, die zusätzliche Öffnungsdauer so kurz wie möglich zu halten. Das läßt sich beispielsweise erreichen, indem man die Hubhöhe des Ventils dementsprechend einstellt oder die zusätzliche Öffnungszeit an den Teil des Kolbenwegs verlegt, an dem der Unterdruck am größten ist. Aus diesem Grunde wird es bevorzugt, das zusätzliche Öffnen oder Lüften des Auslaßventils, das in Figur 2 durch die Kurve 44 angedeutet ist, in den ersten Teil der Einlaßperiode zu verlegen, d. h., in den Teil, wo die Abwärtsbewegung des Kolbens am schnellsten erfolgt.

Aus diesem Grunde erscheint das Maximum von Kurve 44 in Figur 2 erheblich früher, als das Maximum der Kurve 40. Auf diesem Teil des Kolbenwegs ist die Saugwirkung bedeutend stärker als in den späteren Teilen des Takts, die dem Schließen des Einlaßventils vorangehen und wo der Zylinder bereits stärker gefüllt und der Druckunterschied dementsprechend geringer ist.

Dadurch wird auch die Kühlwirkung, die der Ventilsitz auf den Ventilkörper während der Schließzeit ausübt, nur wenig unterbrochen.

Die genaue Abstimmung aller dieser Faktoren verlangt komplizierte Berechnungen, die am besten vom Computer bewältigt werden. Je nach der Bauweise des Motors, dem verwendeten

109850/1203

ORIGINAL INSPECTED

Kraftstoff und anderen Einflußgrößen kann der erfindungsgemäß zurückgeführte Anteil des Abgases erheblich schwanken. Allgemein läßt sich jedoch sagen, daß nach dem Verfahren der Erfindung nicht wesentlich mehr als 25 Gew-% der gesamten Beschickung des Zylinders bei Vollast und vorzugsweise etwa 20-5Gew.%, zurückgeführt werden.

Wie bereits erwähnt, bewirkt das Verfahren der Erfindung nicht nur eine erhebliche Abnahme der Stickoxide im Abgas, sondern überraschenderweise außerdem einen Rückgang unverbrannter Kohlenwasserstoffe im Abgas, der bei der "äußeren Rückführung" nicht beobachtet wurde. In der nachfolgenden Tabelle werden gemittelte Kohlenwasserstoff- und Stickoxid-Gehalte im Auspuffgas verglichen, die aus einer Reihe von Versuchen mit einem Einzylinder-Waukesha-RDH-Versuchsmotor ermittelt wurden, dessen Ventiltrieb erfindungsgemäß abgeändert wurde, um die "innere Rückführung" der Auspuffgase zu ermöglichen.

	<u>Keine Rückführung</u>	<u>Äußere Rückführung</u>	<u>Innere Rückführung</u>
C <sub>6</sub> -Kohlenwasser- stoffe im Abgas, ppm	202	295	130
NO <sub>x</sub> -Anteile, ppm	2080	960	1000

Diese Werte wurden erhalten bei einer Luftmenge von 14,5 kg/h, einer Umdrehungszahl von 1200/Min., konstanter Belastung bei konstantem Kraftstoff-Äquivalenzverhältnis von 1,0, minimaler Zündeneinstellung für bestes Drehmoment, einer Einlaßtemperatur von 93,3°C für das Gemisch und 177,8 mm Hg Rückdruck.

Das Verfahren der Erfindung setzte demnach den Stickoxid-Gehalt um 55 % und in manchen Fällen sogar um 80 % herab, während gleichzeitig der Gehalt an unverbrannten Kohlenwasserstoffen um bis zu 35 % zurückging.



Diese Ergebnisse des erfindungsgemäßen Verfahrens lassen sich möglicherweise damit erklären, daß es sich bei den zurückgesaugten Abgasen um den letzten Teil des während des Auslaßtaktes aus dem Zylinder strömenden Auspuffgases handelt und dieser Teil verhältnismäßig reich an unverbrannten Kohlenwasserstoffen ist, weil er mehr "Spaltgase" enthält, die den verhältnismäßig kühlen Zylinderflächen und den Ringspalten um den Kolben entstammen. Dieses CH-reiche Gas scheint bei der inneren Rückführung im nachfolgenden Verbrennungstakt umgesetzt zu werden. Zu dem Ergebnis könnte ferner beitragen, daß bei der inneren Rückführung im Gegensatz zu der bei der äußeren Rückführung stattfindenden Abkühlung ein Abschrecken des Auspuffgases unterbleibt.

Es ist jedenfalls einleuchtend, daß die bestmögliche Gelegenheit zur vollständigen Verbrennung gegeben ist, wenn man die Abgase während des Ansaugtaktes unmittelbar zurück in den Zylinder leitet.

Das erfindungsgemäße Verfahren scheint auch zwei Nachteile der äußeren Rückführung zu mildern, nämlich schlechte Arbeitsweise im Leerlauf des Motors und Leistungsrückgang bei Vollgas. Diese Schwierigkeiten waren so schwerwiegend, daß bei den Verfahren zur äußeren Rückführung eine besondere selbsttätige Ventilsteuerung notwendig war, die die Rückführung im Leerlauf und bei Vollast abstellte.

Wenn diese Schwierigkeit im Leerlauf des Motors auftritt, läßt sich die erfindungsgemäße innere Rückführung leicht abstellen, wenn man hydraulische Regulierstößel (Lifters) verwendet, indem man die Rückflußgeschwindigkeit (leak-down rate) entsprechend einstellt. Mit anderen Worten bewirkt bei Leerlaufdrehzahlen eine gerade ausreichende Rücklaufgeschwindigkeit, daß die zusätzliche Betätigung des Auslaßventils während des Einlaßtakts unterbleibt. Bei höheren Drehzahlen wird jedoch der Regulierstößel hydraulisch

verriegelt und kann dann etwa nach dem aus Figur 2 ersichtlichen Schema arbeiten. Diese Möglichkeit ergibt sich daraus, daß der Öffnungsweg des Auslaßventils für die erfindungsgemäße Rückführung beträchtlich geringer sein kann, als beim normalen Öffnen des Ventils und eine hohe Rücklaufgeschwindigkeit der Hydraulikflüssigkeit große Ventilwege nicht beeinträchtigt.

Ferner nimmt im Vollast-, insbesondere Vollgasbereich die Abgas-Rückführung ab, da die Auspuffgase progressiv weniger zurückgesaugt werden. Das ergibt sich aus der Tatsache, daß die innere Rückführung der Auspuffgase unmittelbar in den Zylinder über das Auslaßventil von dem Druckunterschied zwischen den Abgasen im Sammler und dem Druck im Zylinder abhängt. Da bei höheren Belastungen die Zylinderdrucke anwachsen, nimmt der Rückstrom des Abgases ab. Somit findet beim Verfahren der Erfindung im allgemeinen eine selbsttätige Anpassung an die Erfordernisse im Motor auf vollkommene, natürliche Weise statt, so daß man ohne besondere Steuerorgane im gesamten Arbeitsbereich besonders günstige Ergebnisse erzielt.

Weiterhin scheint durch das neue Verfahren die Laufruhe des Motors verbessert zu werden, möglicherweise infolge höhererer Turbulenz der Frischgasbeschickung, zu der die hohen Geschwindigkeiten beitragen, mit denen das zurückgeführte Abgas durch die relativ kleine Öffnung strömt, welche das Ventil während der Rückführung bietet.

P a t e n t a n s p r ü c h e

- 1) Verfahren zur Verringerung schädlicher Bestandteile in den Auspuffgasen von mit Steuerung durch Ein- und Auslaßventile arbeitenden Brennkraftmaschinen durch Rückführung eines Teils der Abgase in die Zylinder, dadurch gekennzeichnet, daß eine bestimmte Abgasmenge aus dem Auspuffsystem über das Auslaßventil unmittelbar in die Zylinder zurückgeführt wird.
- 2) Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei Vollast-Betrieb etwa 25, vorzugsweise 5 - 20 Gew.-%, bezogen auf die gesamte Frischgas-Beschickung, der Abgase zurückgeführt werden.
- 3) Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückführung der Abgase durch kurzzeitiges Lüften oder Öffnen des bereits geschlossenen Auslaßventils während des Ansaugtakts, insbesondere im ersten Teil des Ansaugtaktes und vorzugsweise zum Zeitpunkt des größten Unterdrucks im Zylinder, erfolgt.
- 4) Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Auslaßventil während des Ansaugtakts um einen Bruchteil seiner normalen Auslenkung während des Auslaßtakts zusätzlich geöffnet wird.

- 5) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 4, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t , daß das Maximum der zu-  
sätzlichen Öffnung des Auslaßventils kurz vor dem Maxi-  
mum der Öffnung des Einlaßventils erreicht wird.
- 6) Viertakt-Brennkraftmaschine mit Steuerung durch Ein- und  
Auslaßventile, insbesondere Tellerventile, die von Nocken  
und einer Nockenwelle betätigt werden, g e k e n n -  
z e i c h n e t durch eine zusätzliche Erhebung (38) auf  
dem zur Steuerung der Auslaßventile (32) dienenden Nocken-  
(34) der Nockenwelle (36).

12  
Leerseite

Fig. 1

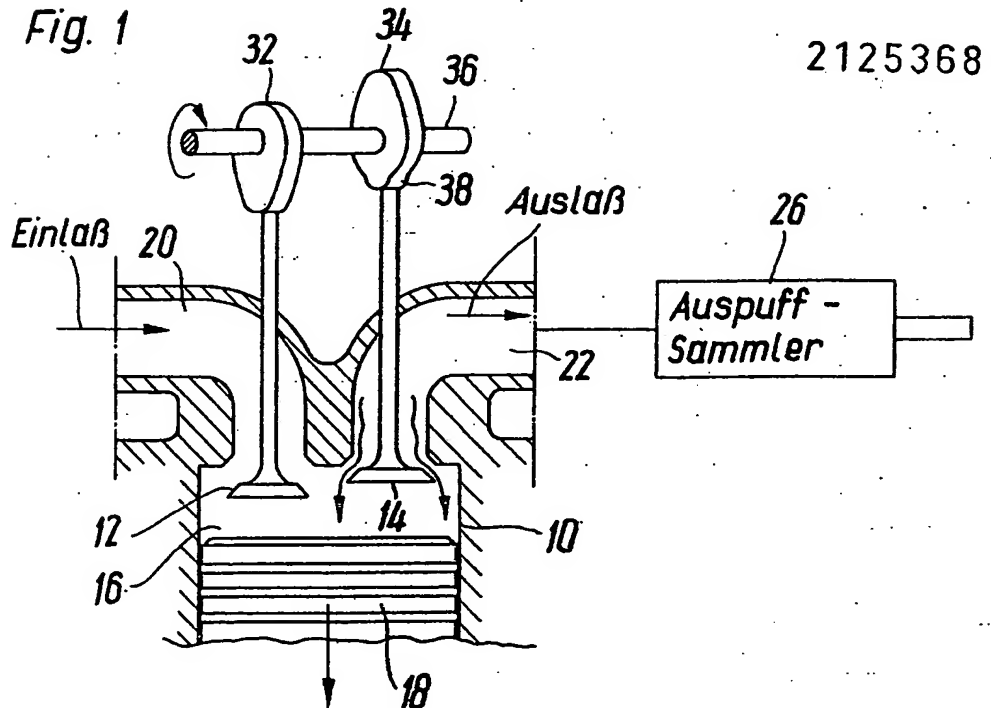
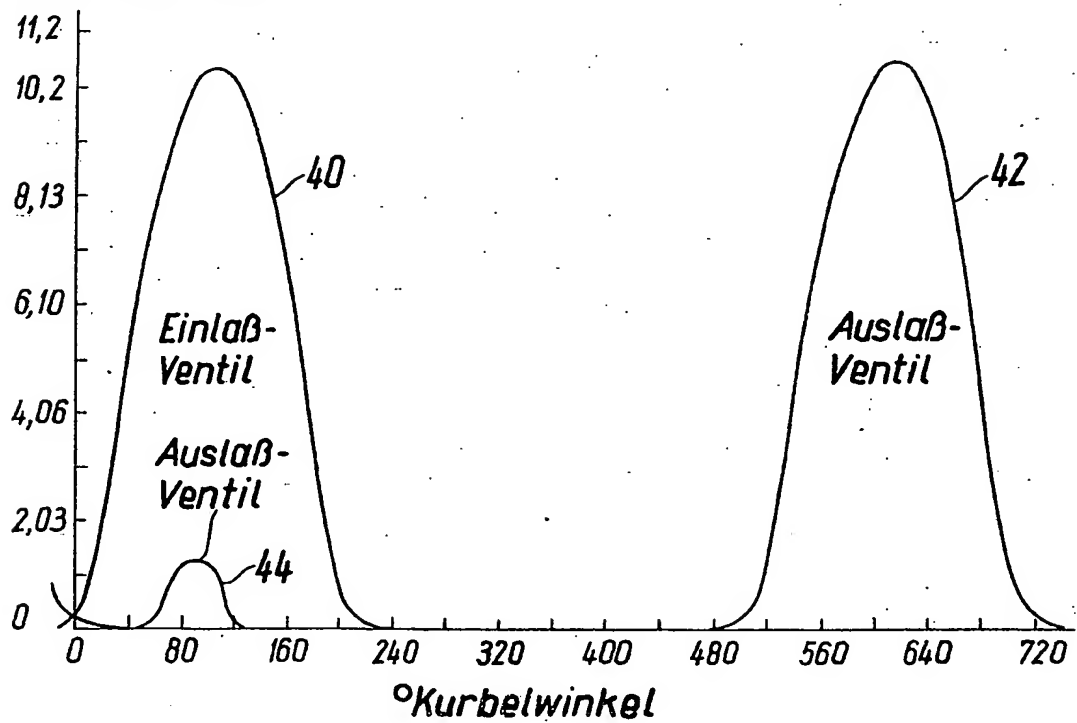


Fig. 2

Ventilhub (mm)



109850/1203

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**